

Arastırma Makalesi / Research Article

MONO VE Bİ-FONKSİYONEL REAKTİF BOYARMADDELERLE PAMUKLU KUMAŞLARIN BOYANMASINDA TUZ KULLANIMININ AZALTILMASI VE ORGANİK TUZ KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Canan USTA^{1*}
Gülay ÖZCAN¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 03.03.2021

Kabul Tarihi / Accepted: 21.06.2021

ÖZ: Reaktif boyarmaddeler, sahip oldukları yüksek haslık, uygun maliyet ve geniş renk gamı avantajları nedeniyle tekstilde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Ancak, bu boyarmaddelerin uygulanması, yüksek oranda çözünmüş katı madde ve atık su yükü gibi çevresel olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için, reaktif boyarmaddeler, boyama makineleri ve pamuk lifinin modifikasyonu ve ekolojik atık su arıtma işlemi gibi konularda farklı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada, reaktif boyamadaki çekim, fikse ve yıkama adımları göz önünde bulundurularak, yüksek fikse verimine sahip boyarmaddelerle boyama ve inorganik tuzlar yerine biyo-bozunur özellikteki organik tuzların kullanımıyla ekolojik reaktif boyama işleminin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Atık sudaki fikse olmamış boyarmadde miktarının önemli ölçüde azaltılması ve boyarmadde çekiminin artmasıyla daha yüksek boyama verimi elde edilmesinin, boyama sürdürülebilirliğine büyük yarar sağlayacağı düşünülmektedir. Gerçekleştirilen deneysel çalışmada, farklı yapı ve fonksiyonellikte 3 farklı reaktif boyarmadde (Reactive Red 180, Reactive Red 24, Reactive Red 195) kullanılmış ve inorganik tuz (NaCl) yerine 4 farklı organik tuz (sodyum sitrat, NTA, glutamat, poliakrilik asit sodyum tuzu) alternatifinin farklı konsantrasyonlarında boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tuz ve su kullanımını minimize edecek ve çevre dostu reçeteler oluşturulmaya çalışılmıştır. Ekolojik boyamalar sonucu elde edilen veriler, NaCl kullanılarak yapılan klasik boyama işlemiyle karşılaştırılmıştır. Boyama sonrası her bir kumaş numunesinin renk verimleri ölçülmüştür. Elde edilen sayısal değerler, SPSS ve Minitab yazılımlarında analiz edilerek istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; boyamada düşük konsantrasyonda trisodyum sitrat ve glutamat organik tuzlarının kullanımı olumlu sonuçlar vermiş, klasik boyamaya göre daha yüksek boyama verimi elde edilmiştir. Klasik boyama işlemine göre daha az kimyasal madde tüketilerek ve organik tuz kullanılarak etkili boyamalar yapılabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Reaktif boyama, sürdürülebilirlik, biyo-bozunur tuz, çektirme, pamuk

REDUCING SALT USE IN DYEING OF COTTON FABRICS WITH MONO AND BI-FUNCTIONAL REACTIVE DYES AND INVESTIGATION OF ORGANIC SALT USE

ABSTRACT: Reactive dyestuffs are widely used in textile industry due to their high fastness, affordable cost and wide color range advantages. However, the application of these dyestuffs causes environmental problems such as high total dissolved solids and wastewater load. In order to overcome these problems, different studies have been carried out on the modification of reactive dyestuffs, dyeing machines or cotton fiber and ecological wastewater treatment. In this study, considering the exhausting, fixing and washing steps in reactive dyeing, dyeing with dyestuffs with high fixation yield and using biodegradable organic salts instead of inorganic salts is aimed to conduct ecological and sustainable reactive dyeing. It is thought that significantly reduce in the amount of unfixed dyestuff in wastewater and increase in color yield by higher dye exhaustion will greatly benefit sustainability. In the experimental study, 3 reactive dyestuffs (Reactive Red 180, Reactive Red 24, Reactive Red 195) with different structures and functionalities were used and dyeing processes were carried out with different concentrations of 4 different organic salt (trisodium citrate, NTA, glutamate, polyacrylic acid sodium salt) alternatives instead of inorganic salt (NaCl). Environmentally friendly dyeing recipes were generated to minimize the salt and water consumption. The color data obtained from ecological dyeing were compared with the classical dyeing process used NaCl. After dyeing, color yields of each sample were measured and the obtained numerical values were analyzed in SPSS and Minitab software and evaluated statistically. Consequently, the use of organic salts, trisodium citrate and glutamate, at lower concentrations in dyeing

imparted favorable results and higher dyeing efficiency values were obtained. Compared to the classical dyeing process, results have been indicated that efficient reactive dyeing with less waste salt load to the environment can be conducted by consuming less chemicals.

Keywords: Reactive dyeing, sustainability, bio-degradable salt, exhaustion, cotton,

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** cananusta@itu.edu.tr

DOI: <https://doi.org/10.7216/1300759920212812204> www.tekstilvemuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Tekstil üretim ve hazır giyim sektöründe aktif bir rol oynayan ülkemizde üretime bağlı olarak lif ve boyarmadde tüketimleri sürekli yükselmektedir. Burada en büyük tüketim payına sentetik lifler sahipken bunu geniş bir pamuk üretim alanına sahip olan ülkemizde pamuk lifi takip etmektedir. Pamuk lifinin boyanmasında reaktif boyarmaddeler dışında direkt, kükürt, azoik ve küp boyarmaddeleri de kullanılmasına rağmen sahip oldukları üstün boyama özelliklerinden dolayı reaktif boyarmaddeler, pamuklu kumaşların boyanmasında yaygın olarak kullanılan temel boyarmadde grubudur. Bununla birlikte boyama esnasında en fazla su tüketen ve çevreye zararlı atıklar oluşturan boyarmadde grubu da yine reaktif boyarmadde ve pamuk ikilisidir [1].

Pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında kullanılan klasik yöntemler, yüksek su tüketimi ve enerji gerektiren, yüksek maliyetli, ekolojik olmayan ve çevre kirliliği yaratan işlemlerdir. Boyama ve yıkama işlemlerinde yüksek oranlarda temiz su tüketilmektedir. Ayrıca boyama sonrasında ise banyoda kalan fikse olmamış boyarmadde ve inorganik tuzlar önemli atık yükü oluşturmaktadır [2]. Kirliletmeyi ortadan kaldırmak ve atık suyu renksizleştirmek için kullanılan kimyasallar da atıklara neden olmaktadır [3, 4]. Bu nedenle, boyama işlemindeki su, enerji, boyarmadde ve kimyasal tüketimini, atık yükünü ve atık su kirliliğini azaltmak üzere daha ekolojik ve sürdürülebilir yöntemlere gereksinim vardır. Ancak pek çok araştırmacı daha sürdürülebilir reaktif boyama işlemi için alternatif yollar geliştirmiş, yeni yöntemler ortaya koymuş olsa da, çok büyük sermaye yatırımları gerektirdiğinden bunların pek çoğu ticarileştirilememiş, akademik seviyede kalmıştır.

Reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların boyanmasıyla ilgili yapılan çalışmalar, genellikle, istenilen renk ve haslık değerlerine sahip boyamaların uygun maliyet ile gerçekleştirilmesinde yoğunlaşmaktadır. Farklı fonksiyonellikteki boyarmaddelerin geliştirilmesi, tuz kullanımının azaltılması ve atık suların geri kazanımı, su yerine başka çözücü ortamlarda veya karbon-dioksit ortamında susuz boyama yapılması [5] gibi konularda çeşitli çalışmalar literatürde önemli bir yere sahiptir. Özdemir ve Tutak çalışmalarında, %100 pamuklu kumaş, 3 farklı boyarmadde konsantrasyonu ve üçer farklı tuz konsantrasyonunda boyamıştır. Boyama sonrası elde edilen sonuçlara göre, tuz miktarının artırılması boyarmadde alımı ve hızını artırarak tüm boyama

süresinin kısalmasına yol açmıştır [6]. Ali ve diğerlerinin yürüttüğü çalışmada, haşıl sökme, ağartma ve reaktif boyama işlemi entegre edilmiş ve her işlem sonrası deşarj ban-yosu takip eden diğer işlem için kullanılmıştır. Amiloglukozida-zepullanaz enzimi kullanılarak giderilen haşıl sökme atık su deşarjı glikoz üretmek için ve glikoz oksidaz (GOx) enzimi (*Aspergillus oryzae*) hidrojen peroksit (H_2O_2) üretmek için kullanılmıştır. Ağartma işlemi sonrası banyo, kalıntı H_2O_2 'yi uzaklaştırmak ve reaktif boyama işlemi devam ettirmek için katalaz enzimi ile muamele edilmiştir. Katalaz enzimi ile ön terbiyesi yapılmış pamuklu havlu kumaşta, boyama işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Klasik yöntemle kıyasla, su tüketiminde yaklaşık % 400 ve termal enerjide % 50 potansiyel tasarruf sağlanmıştır. Tüm banyolarda entegrasyonu ile, boyalı havlunun renk haslığı üzerinde herhangi bir olumsuz etki olmaksızın, klasik yöntem ile karşılaştırılabilir atık su yükü, beyazlık, hidrofilite ve klasik yöntemle göre daha düşük renk verimi (K/S) elde edilmiştir [7]. Pamuklu kumaşın ekolojik katyonik bir polimer ile kimyasal olarak değiştirildiği çalışmaları Fang ve arkadaşları, işlem görmüş kumaşın tuz kullanılmadan boyanmasında boyarmadde konsantrasyonu arttıkça, renk koyuluğunun arttığını gözlemlenmiştir [9, 10]. Siddiqui ve arkadaşları, selüloz esaslı kumaşlar, vinilsülfonmonoklorotriazin fonksiyonel gruplarını içeren hetero bi-fonksiyonel reaktif boyarmadde ile boyamıştır. Çektirme yöntemi için önemli parametreler; sıcaklık, tuz konsantrasyonu ve alkali miktarı optimize edilmiş ve etkileşimleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, geliştirilen bi-fonksiyonel boyarmaddenin, maksimum çekim ve fikse değerlerine sahip olduğunu, yüksek haslık değerlerinin eldesine imkan verdiğini ve ayrıca ticari boyama için uygun ve etkili olduğunu göstermiştir [11]. B.J. Agrawal'ın yaptığı çalışmada, enerji verimliliğinin sağlanması için boyama esnasında sıcaklığın düşürülmesi gerektiği fikri incelenmiştir. Bu kapsamda, düşük sıcaklıklarda bis-monoklor-s-triazin reaktif boyarmaddelerin uygulanabilmesi için uygun koşulların geliştirilmesi amaçlanmıştır. Boyama işlemleri, bir alkali kimyasal madde ve trietanolamin varlığında gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, boyama performansının alkali kullanımı ile arttığı